

ĐÁNH GIÁ SỰ THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT TẠI TỈNH NINH BÌNH THEO CÁCH TIẾP CẬN CẢNH QUAN

Trịnh Thị Hoài Thu¹, Bùi Thị Hồng Thắm^{1,*},
Phạm Thị Lan², Nguyễn Hoàng Kiệt³

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Văn phòng Đăng ký đất đai huyện Phụng Hiệp, tỉnh Hậu Giang

Tóm tắt

Nghiên cứu này đánh giá biến động sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình giai đoạn 2015 - 2020 bằng phương pháp tiếp cận cảnh quan, kết hợp ảnh viễn thám Landsat và phân tích GIS. Thuật toán Random Forest trên Google Earth Engine được áp dụng để phân loại ảnh, xác định sự thay đổi sử dụng đất và phân tích cấu trúc cảnh quan theo thời gian. Kết quả cho thấy sự chuyển đổi đáng kể giữa các loại đất. Đất ở, xây dựng tăng mạnh nhất, thêm 2.652,9 ha, chủ yếu do chuyển đổi từ đất nông nghiệp, trong khi đất nông nghiệp giảm 5.918,5 ha do quá trình đô thị hóa. Đất nuôi trồng thủy sản giảm 1.615 ha, còn diện tích rừng giảm nhẹ 404,6 ha do khai thác và chuyển đổi mục đích sử dụng. Phân tích cảnh quan cho thấy mức độ phân mảnh và đa dạng sử dụng đất gia tăng. Chỉ số SDI tăng từ 1,75 lên 1,89, phản ánh sự đa dạng hóa các loại hình sử dụng đất. Đất ở, xây dựng tại TP. Ninh Bình có mức tăng cao nhất về CA, NumP và ED, cho thấy sự mở rộng nhanh chóng của đô thị. Mặc dù đất nông nghiệp giảm diện tích, chỉ số NumP tăng từ 278 lên 305, cho thấy sự phân mảnh do chuyển đổi sang các loại đất khác. Nghiên cứu khẳng định rằng xu hướng đô thị hóa và công nghiệp hóa diễn ra mạnh tại TP. Ninh Bình và TP. Tam Điệp, trong khi đất nông nghiệp và đất nuôi trồng thủy sản thu hẹp. Phương pháp tiếp cận cảnh quan giúp đánh giá định lượng biến động sử dụng đất, hỗ trợ công tác quy hoạch và phát triển bền vững.

Từ khóa: Cảnh quan; Ninh Bình; Sử dụng đất; Chỉ số cảnh quan; GIS.

Abstract

Assessing land use change in Ninh Binh province using a landscape approach

This study assesses land use changes in Ninh Binh Province from 2015 to 2020 using a landscape approach, integrating Landsat remote sensing imagery and GIS analysis. The Random Forest algorithm on Google Earth Engine was applied for image classification, land use change detection, and landscape structure analysis over time. The results indicate significant transitions among land use types. Residential and built-up land experienced the most substantial increase, expanding by 2,652.9 ha, primarily due to the conversion of agricultural land. In contrast, agricultural land declined by 5,918.5 ha as a result of urbanization. Meanwhile, aquaculture land decreased by 1,615 ha, and forested areas experienced a slight reduction of 404.6 ha due to exploitation and land-use conversion. Landscape analysis indicates an increasing degree of land use fragmentation and diversity. The SDI index rose from 1.75 to 1.89, reflecting greater diversification of land use types. Residential and construction

land in Ninh Binh city showed the highest increase in CA, NumP, and ED indices, highlighting rapid urban expansion. Although agricultural land area decreased, the NumP index increased from 278 to 305, indicating fragmentation due to conversion to other land types. The study confirms that urbanization and industrialization trends are intensifying in Ninh Binh city and Tam Điệp city, while agricultural and aquaculture land is shrinking. The landscape approach provides a quantitative assessment of land use changes, supporting planning and sustainable development efforts.

Keywords: Landscape; Ninh Binh; Land use; Landscape metrics; GIS.

BBT nhận bài: 24/02/2025; Phản biện xong: 03/3/2025; Chấp nhận đăng: 27/6/2025

*Tác giả liên hệ, Email: bththam@hunre.edu.vn

DOI: <http://doi.org/10.63064/khtnmt.2025.681>

1. Đặt vấn đề

Biến động lớp phủ/sử dụng đất là một trong những yếu tố quan trọng phản ánh tác động của con người lên môi trường và tài nguyên thiên nhiên [4, 12]. Việc theo dõi và đánh giá sự thay đổi này đóng vai trò quan trọng trong quy hoạch lãnh thổ, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững [2, 14]. Nhờ vào tiến bộ của công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS), việc giám sát biến động sử dụng đất đã trở nên khả thi với độ chính xác cao [1, 16]. Việc đánh giá biến động lớp phủ/sử dụng đất tiếp cận theo cảnh quan đã góp phần hiệu quả trong phân tích biến đổi về mặt cấu trúc của cảnh quan của khu vực nghiên cứu [11].

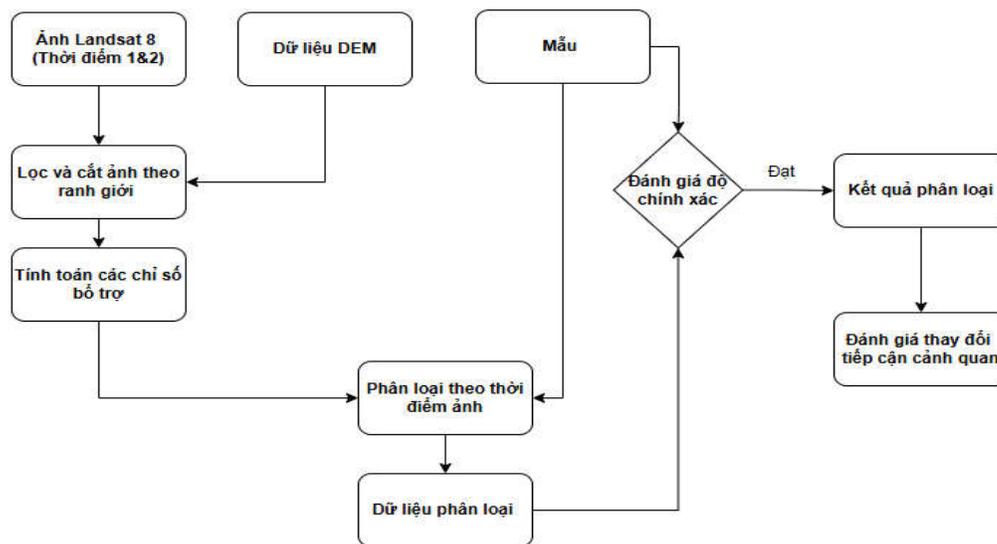
Tại Việt Nam, tốc độ đô thị hóa và chuyển đổi kinh tế diễn ra nhanh chóng, đặc biệt tại các tỉnh có tiềm năng phát triển du lịch, nông nghiệp và công nghiệp như Ninh Bình [5, 7]. Ninh Bình nằm ở cửa ngõ phía Nam của đồng bằng Sông Hồng, có địa hình đa dạng gồm đồng bằng, đồi núi và hệ thống sông ngòi phong phú. Sự mở rộng đô thị, phát triển du lịch sinh thái và công nghiệp hóa đã làm thay đổi đáng kể cấu trúc sử dụng đất trong khu vực. Tuy nhiên, việc đánh

giá định lượng và phân tích xu hướng biến động sử dụng đất tại Ninh Bình vẫn còn nhiều hạn chế, đặc biệt trong việc tích hợp dữ liệu ảnh viễn thám với các phương pháp phân tích cảnh quan.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá biến động sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình giai đoạn 2015 - 2020 bằng cách kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat với dữ liệu sử dụng đất thực tế theo phương pháp tiếp cận cảnh quan. Phương pháp này không chỉ giúp nhận diện rõ hơn sự thay đổi trong các loại hình sử dụng đất mà còn cung cấp cái nhìn tổng thể về cấu trúc không gian, mức độ phân mảnh và tính kết nối giữa các lớp phủ bề mặt [6, 13]. Đặc biệt, nghiên cứu sẽ sử dụng các chỉ số cảnh quan như Shannon's Diversity Index (SDI), Edge Density (ED) và Number of Patches (NumP) để đánh giá sự thay đổi của các loại hình sử dụng đất theo thời gian [8, 9, 3, 10]. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin hữu ích cho các nhà quản lý, quy hoạch và các bên liên quan trong việc xây dựng chiến lược phát triển không gian hợp lý, đảm bảo cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên tại địa phương.

2. Phương pháp luận

2.1. Sơ đồ nghiên cứu



Hình 1: Quy trình nghiên cứu đánh giá biến động lớp phủ/sử dụng đất

Quy trình nghiên cứu đánh giá biến động lớp phủ/sử dụng đất dựa trên dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 đa thời gian (Hình 1) bao gồm hai giai đoạn chính: Xử lý dữ liệu trên nền tảng đám mây Google Earth Engine (GEE) và xử lý trên hệ thống GIS. Trong đó, ảnh từ từng thời điểm được xử lý độc lập theo các bước tiền xử lý và phân loại. Sau khi hoàn thành, kết quả phân loại từ các thời điểm khác nhau sẽ được so sánh và phân tích để đánh giá sự biến động của lớp phủ/sử dụng đất.

2.2. Chiết tách thông tin lớp phủ/sử dụng đất từ dữ liệu viễn thám

Quy trình phân tích sử dụng đất được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1:

Lọc ảnh nhằm xác định thời điểm cũng như chất lượng ảnh tốt, sau đó thực cắt ảnh theo phạm vi nghiên cứu: Giới hạn khu vực nghiên cứu trong phạm vi tỉnh Ninh Bình.

Bước 2:

Tính toán các chỉ số viễn thám với mục đích thêm thông tin hỗ trợ cho quá trình phân loại ảnh với các chỉ số sau

- NDVI (chỉ số thực vật):

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

- NDWI (chỉ số nước):

$$NDWI = \frac{GREEN-NIR}{GREEN+NIR} \quad (2)$$

- NDBI (chỉ số khu vực xây dựng):

$$NDBI = \frac{SWIR-NIR}{SWIR+NIR} \quad (3)$$

trong đó: NIR là kênh cận hồng ngoại, RED là kênh đỏ, GREEN là kênh lục, SWIR là kênh hồng ngoại sóng ngắn.

Bước 3: Phân loại ảnh sử dụng đất

Áp dụng thuật toán phân loại có giám sát Random Forest (RF). Thuật toán làm việc bằng cách xây dựng một tập hợp các cây quyết định trong quá trình huấn luyện, sau đó kết hợp kết quả trả về của mỗi cây để đưa ra quyết định dự đoán cuối cùng. Thuật toán Random Forest có một số lợi thế như

khả năng miễn nhiễm với những dữ liệu vô nghĩa, các đặc trưng không quan trọng và nhầm lẫn trong dữ liệu đầu vào [15].

Bước 4: Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác sử dụng ma trận sai số với các chỉ số cần đánh giá là hệ số Kappa và sai số tổng thể (OA) được thể hiện ở các công thức sau:

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (4)$$

$$OA = \frac{\sum_1^n x_{ii}}{N} \quad (5)$$

trong đó: P_o là xác suất quan sát được, P_e là xác suất dự đoán ngẫu nhiên, x_{ii} là số điểm ảnh được phân loại đúng, N là tổng số điểm ảnh kiểm tra.

2.3. Đánh giá lớp phủ/ sử dụng đất theo tiếp cận sinh thái cảnh quan

Phương pháp tiếp cận sinh thái cảnh quan được sử dụng để phân tích sự thay đổi không gian của các loại hình sử dụng đất dựa trên các chỉ số cảnh quan. Các chỉ số phổ biến bao gồm:

- Chỉ số đa dạng Shannon (Shannon Diversity Index - SDI).

Đo lường mức độ đa dạng của các loại hình sử dụng đất:

$$SDI = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i \quad (6)$$

- Chỉ số đồng đều Simpson (Simpson's Evenness Index - SEI) đánh giá mức độ đồng đều của các loại hình sử dụng đất:

$$SEI = \frac{\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i}{\ln} \quad (7)$$

- Chỉ số mật độ cạnh (ED) cho biết chiều dài cạnh trên cơ sở mỗi đơn vị diện tích giúp dễ dàng so sánh giữa các cảnh quan có kích thước khác nhau:

$$ED = \frac{E}{A} (10000) \quad (8)$$

- Chỉ số tỉ lệ chu vi - diện tích (MPAR) là đo về độ phức tạp của hình dạng:

$$MPAR = \frac{p_{ij}}{a_{ij}} \quad (9)$$

- Chỉ số hình dạng (MSI) hiệu chỉnh vấn đề kích thước của chỉ số tỷ lệ chu vi - diện tích:

$$MSI = \frac{25p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \quad (10)$$

- Chỉ số số lượng mảnh (NumP) là tổng số mảnh cho từng lớp:

$$NumP = n_i \quad (11)$$

- Chỉ số diện tích lớp (CA) là thước đo thành phần cảnh quan, cụ thể là bao nhiêu phần cảnh quan được tạo thành từ một loại mảnh:

$$CA = \frac{a_{ij}}{10000} \quad (12)$$

trong đó p_i là tỷ lệ diện tích của loại sử dụng đất thứ i trên tổng diện tích, m là số loại hình sử dụng đất, E là tổng chiều dài của cạnh trong cảnh quan, A là tổng diện tích cảnh quan, p_{ij} là chu vi của mảnh ij , a_{ij} là diện tích của mảnh ij , số lượng các mảnh trong cảnh quan của lớp.

3. Giới thiệu khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

3.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là tỉnh Ninh Bình, nằm ở vị trí 19°50' đến 20°27' vĩ độ Bắc và 105°32' đến 106°27' kinh độ Đông. Ninh Bình nằm ở cực Nam của đồng bằng Bắc Bộ, có phía Bắc giáp tỉnh Hà Nam, phía Đông và Đông Bắc giáp tỉnh Nam Định qua sông Đáy, phía Tây Bắc giáp tỉnh Hòa Bình, phía Nam giáp

Nghiên cứu

tỉnh Thanh Hóa và Biển Đông (Vịnh Bắc Bộ), với đường bờ biển dài 18 km.

Ninh Bình có địa hình đa dạng, bao gồm ba vùng chính: Vùng đồng bằng chiếm 71,1 % diện tích tự nhiên, tập trung dân cư đông đúc, chủ yếu phục vụ nông nghiệp và đô thị hóa; Vùng đồi núi và bán sơn địa chiếm 24 % diện tích, tập trung ở phía Tây và Tây Nam, có tiềm năng phát triển du lịch sinh thái và lâm nghiệp; Vùng ven biển chiếm 4,2 % diện tích, chủ yếu là đất ngập nước và khu vực phát triển nuôi trồng thủy sản.

3.2. Dữ liệu sử dụng

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 với hai thời điểm: 1) 1/7/2015 - 30/7/2015; 2) 15/6/2020 - 30/6/2020. Landsat 8 bao gồm hai bộ cảm biến chính: OLI (Operational Land Imager): Thu nhận ảnh đa phổ với 9 kênh quang phổ; TIRS (Thermal Infrared Sensor): Cung cấp thông tin về nhiệt độ bề mặt đất. Các ảnh này được thu thập từ hệ thống Google Earth Engine (GEE),

đảm bảo độ che phủ ít mây và cắt theo địa giới hành chính tỉnh Ninh Bình.

Dữ liệu sử dụng đất được thu thập từ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Ninh Bình, bao gồm: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất dạng analog của tỉnh trong các năm 2015 và 2020, tỷ lệ 1:50.000; Báo cáo thống kê sử dụng đất theo từng đơn vị hành chính cấp huyện.

Dữ liệu DEM sử dụng trong phân loại là dữ liệu SRTM với độ phân giải 30 m.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Kết quả phân loại lớp phủ/sử dụng đất

Việc phân loại ảnh vệ tinh Landsat 8 được thực hiện trên nền tảng Google Earth Engine (GEE) với tổng số 3.650 mẫu huấn luyện và 3.238 mẫu kiểm tra. Kết quả phân loại cho thấy bảy nhóm lớp phủ/sử dụng đất chính tại tỉnh Ninh Bình bao gồm: Nước mặt, rừng, đất ở/xây dựng, đất nông nghiệp, đất nuôi trồng thủy sản, cây lâu năm và đất trống.

Bảng 1. Mô tả về lớp phủ đất/sử dụng đất được chiết tách từ dữ liệu ảnh vệ tinh

TT	Lớp phủ/ Sử dụng đất	Mô tả	Nhận dạng trên ảnh	Mẫu trên ảnh tổ hợp màu giả chuẩn
1	Nước mặt	Sông, hồ	Màu xanh đen nhẵn mịn	
2	Rừng	Rừng tự nhiên và rừng trồng	Màu đỏ đậm, cấu trúc tương đối mịn	
3	Đất ở, xây dựng	Nhà ở, khu dân cư, khu công nghiệp	Màu xám xen kẽ màu hồng	
4	Đất nông nghiệp	Đất trồng lúa, đất trồng màu	Màu xám xanh xen với màu hồng nhạt	
5	Đất nuôi trồng thủy sản	Ao, hồ, đầm nuôi thủy sản	Màu xanh đen xen lẫn màu hồng nhạt	
6	Cây lâu năm	Đất trồng các ăn quả, cây lâu năm	Màu đỏ, có cấu trúc tương đối mịn	
7	Đất trống	Các loại đất bỏ hoang, đá trơ	Màu trắng xám	

Bảng 2. Diện tích các lớp sử dụng đất trong năm 2015 và 2020

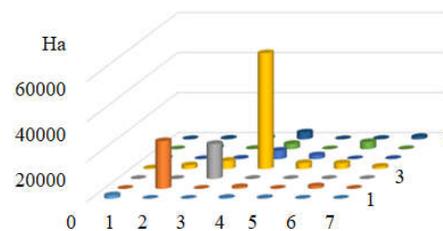
Sử dụng đất	Diện tích 2015 (ha)	Diện tích 2020 (ha)	Thay đổi (ha)
Nước mặt	2.403,8	2.644,3	+240,5
Rừng	27.344,1	26.939,5	-404,6
Đất ở, xây dựng	5.299,7	7.952,6	+2.652,9
Đất nông nghiệp	69.256,1	63.337,6	-5.918,5
Đất nuôi trồng thủy sản	7.952,6	6.337,6	-1.615,0
Cây lâu năm	22.939,5	24.344,1	+1.404,6
Đất trống	13.784,1	12.567,9	-1.216,2
Tổng	137.840,1	137.840,1	0

Độ chính xác của phương pháp phân loại đạt hệ số Kappa = 0,90 và Overall Accuracy (OA) = 90 % cho cả hai thời điểm (2015 và 2020), cho thấy phương pháp phân loại Random Forest mang lại kết quả đáng tin cậy.

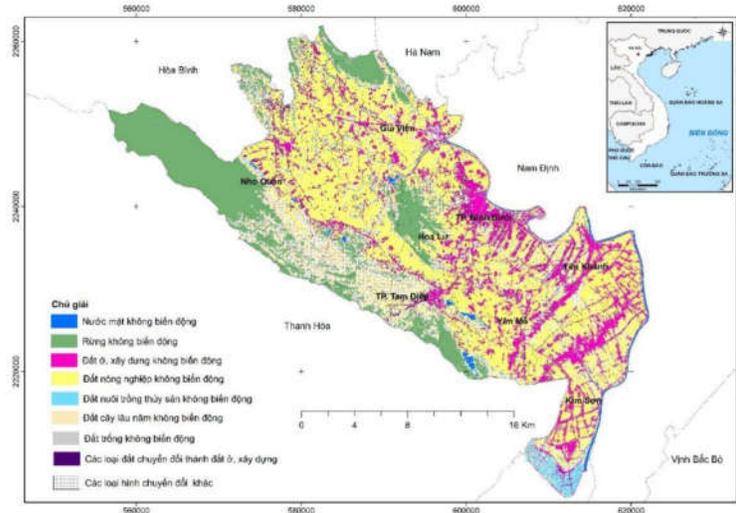
4.2. Biến động sử dụng đất giai đoạn 2015 - 2020

Biến động lớp phủ/sử dụng đất và không gian thay đổi thay đổi lớp phủ/sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình giai đoạn

2015 - 2020 được thể hiện tại Hình 2 và Hình 3.



Hình 2: Biến động lớp phủ/sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình giai đoạn 2015-2020



Hình 3: Không gian thay đổi thay đổi lớp phủ/sử dụng đất giai đoạn 2015 - 2020

Phân tích các kết quả thể hiện ở Hình 2 và Hình 3 cho thấy đất ở, xây dựng có sự gia tăng mạnh nhất, tăng 2.652,9 ha, chủ yếu do chuyển đổi từ đất nông nghiệp (chiếm 74,2% tổng diện tích tăng). Đất nông nghiệp giảm mạnh nhất (-5.918,5 ha), nguyên nhân chủ

yếu là do quá trình đô thị hóa và chuyển đổi mô hình kinh tế. Diện tích rừng giảm nhẹ (-404,6 ha), chủ yếu do khai thác rừng trồng và chuyển đổi sang đất ở. Đất nuôi trồng thủy sản giảm (-1.615 ha), chủ yếu ở khu vực ven biển do tác động của biến đổi khí

Nghiên cứu

hậu và quá trình mở rộng khu dân cư. Cây lâu năm tăng (+1.404,6 ha), cho thấy xu hướng mở rộng vùng trồng cây công nghiệp và cây ăn quả lâu năm.

Dựa trên kết quả nghiên cứu, ma trận diện tích biến động sử dụng đất giữa các loại hình sử dụng đất trong năm 2015 và 2020 được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Ma trận diện tích biến động lớp phủ/sử dụng đất năm 2015 - 2020

Sử dụng đất L1	Năm 2020 (ha)								Tổng
	L2	L3	L4	L5	L6	L7			
Năm 2015 (ha)	L1	1653,6	11,7	2,5	406,4	298,6	5,0	18,8	2396,7
	L2	2,2	23768,6	24,9	823,8	34,7	1254,6	64,1	25973,0
	L3	0,0	0,0	17442,7	0,0	0,0	0,0	0,0	17442,7
	L4	343,5	1843,5	4078,7	57795,0	2953,4	2851,5	1163,2	71028,7
	L5	299,0	19,6	270,5	4171,2	1890,4	16,7	127,4	6794,9
	L6	0,3	1405,6	162,7	2632,6	8,2	3576,9	80,3	7866,6
	L7	105,3	295,1	957,5	3427,0	114,3	247,9	1190,5	6337,6
Tổng	2403,8	27344,1	22939,5	69256,1	5299,7	7952,6	2644,3	137840,1	

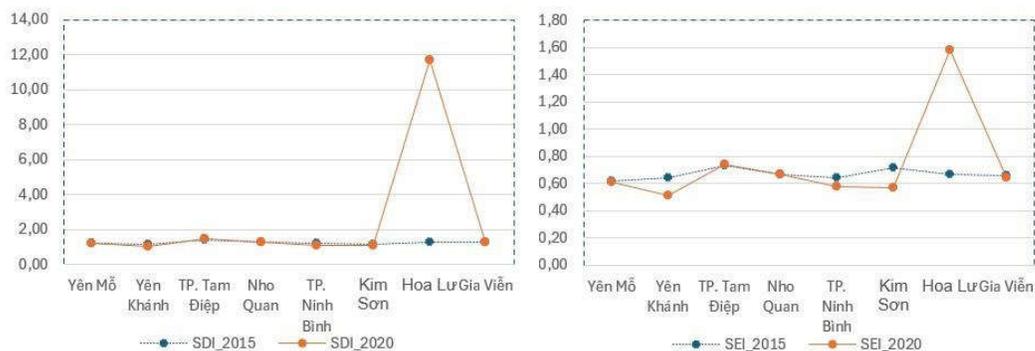
Trong Bảng 3, các ký hiệu L1 là nước mặt, L2 là rừng, L3 là đất ở, xây dựng, L4 là đất nông nghiệp, L5 là đất nuôi trồng thủy sản, L6 là cây lâu năm, L7 là đất trồng.

4.3. Phân tích cảnh quan và mức độ phân mảnh cảnh quan

Để đánh giá mức độ biến động không gian của sử dụng đất, nghiên cứu đã tính toán các chỉ số cảnh quan Shannon Diversity Index (SDI) và Simpson's Evenness Index (SEI) cho giai đoạn 2015 - 2020 (Hình 4).

Hình 4 minh họa hai chỉ số SDI và SEI ở cấp độ cảnh quan. Kết quả cho thấy, giá trị SDI - chỉ số đánh giá mức độ đa

dạng của các mảng - và giá trị SEI - chỉ số đo lường sự phân bố của các mảng - có xu hướng ổn định giữa các huyện trong hai thời điểm, ngoại trừ huyện Hoa Lư. Cụ thể, giá trị SDI của huyện Hoa Lư năm 2020 cao hơn đáng kể so với năm 2015. Tương tự, giá trị SEI của huyện này năm 2020 cũng lớn hơn đáng kể so với năm 2015. Điều này cho thấy mức độ đa dạng và sự phân bố các mảng tại Hoa Lư năm 2020 đã tăng mạnh so với năm 2015. Sự gia tăng phân mảnh cảnh quan có mối liên hệ chặt chẽ với quá trình phát triển của khu vực, và kết quả phân tích cho thấy sự phân mảnh mảng chủ yếu tập trung tại huyện Hoa Lư.



Hình 4: Chỉ số SDI và SEI cho giai đoạn 2015 - 2020

Đối với cấp độ lớp, các chỉ số CA, MPAR, MSI, NumP và ED được tính toán để đánh giá cho từng huyện của tỉnh Ninh Bình được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Giá trị trung bình của các chỉ số CA, MPAR, MSI, NumP, ED và giá trị chỉ số có loại đất biến động mạnh giữa năm 2015 và 2020

Huyện	Chỉ số	CA		MPAR		MSI		NumP		ED	
		2015	2020	2015	2020	2015	2020	2015	2020	2015	2020
Gia Viễn	L1	503,3	309,6	43044,7	117175,0	1,70	2,39	1505,0	733,0	19,9	11,0
	TB	2590,7	614,5	13073,2	1177,5	1,35	1,28	4352,0	1220,0	64,6	18,1
Yên Khánh	L4	8489,2	9062,8	32133,4	30668,9	1,57	1,58	8678,0	9382,0	208,1	224,5
	TB	2488,5	2132,9	17644,9	17921,2	1,39	1,35	4207,5	3606,4	83,3	71,4
Yên Mô	L1	336,9	420,5	261476,9	19498,3	2,21	1,38	364,0	561,0	7,7	11,1
	TB	2189,14	2189,14	64077,63	33701,79	1,57	1,45	3465,86	3465,86	64,49	64,49
TP. Tam Điệp	L3	652,0	1111,8	18890,7	11206,2	1,40	1,33	1679,0	4211,0	42,7	88,9
	L4	4606,7	4498,5	12678,7	18109,5	1,41	1,48	8293,0	6989,0	247,0	228,8
	TB	1495,3	1495,3	21987,1	13531,5	1,43	1,38	2927,4	2927,4	81,2	81,2
TP. Ninh Bình	L3	1907,9	2377,8	13795,5	14252,9	1,40	1,42	3233,0	5135,0	202,5	295,6
	L4	2091,7	1939,2	37194,1	27270,3	1,61	1,46	3179,0	2663,0	220,2	185,4
	TB	696,3	696,3	9711,9	12671,7	1,34	1,37	1371,4	1371,4	80,6	80,6
Nho Quan	L5	255,5	530,2	37971,1	7686,6	1,38	1,25	1818,0	2774,0	6,1	10,9
	TB	6578,6	6578,6	11468,7	12686,2	1,33	1,34	9344,4	9344,4	55,9	55,9
Kim Sơn	L4	9718,1	9511,1	25476,7	46724,5	1,56	1,72	12647,0	12511,0	243,1	237,3
	TB	2503,2	2503,2	28270,3	23126,4	1,13	1,43	4725,7	4725,7	78,3	78,3
Hoa Lư	L1	159,6	115,1	105818,4	622133,5	2,64	7,11	490,0	290,0	10,9	7,1
	TB	1505,3	1505,3	49016,3	110799,2	1,66	2,23	2462,6	2462,6	64,2	64,2

Từ Bảng 4 cho thấy, trong giai đoạn 2015 - 2020, sự biến động của các chỉ số cảnh quan tại các huyện và thành phố thuộc tỉnh Ninh Bình cho thấy khá ổn định về đặc điểm và cấu trúc sử dụng đất. Tuy nhiên vẫn có những loại hình đất có sự biến tương đối mạnh mẽ, có thể thấy như chỉ số CA (diện tích trung bình của mảng cảnh quan) của đất mặt nước, đất nông nghiệp tại các khu vực có xu hướng giảm mạnh ở một số huyện như Gia Viễn (từ 503,3 xuống 309,6) và Kim Sơn (từ 9718,1 xuống 9511,1), phản ánh sự phân mảnh trong cảnh quan và có thể liên quan đến các hoạt động đô thị hóa hoặc chuyển đổi sử dụng đất. Tuy nhiên, giá trị CA lại tăng đối với loại hình đất nông nghiệp và đất trồng cây lâu năm ở Yên Khánh (từ 8489,2 lên 9062,8), hay ở Nho Quan 255,5 lên 530,2 cho thấy sự tập trung hoặc mở rộng của một số loại hình sử dụng đất nông nghiệp ở khu vực này.

Chỉ số MPAR (chu vi trung bình của mảng cảnh quan) thể hiện mức độ phức tạp của ranh giới giữa các mảng cảnh quan. Đáng chú ý, tại huyện Nho Quan, chỉ số MPAR đã tăng đột biến từ 11468,7 lên 12686,2, trong khi tại TP. Tam Điệp, chỉ số này giảm mạnh từ 21987,1 xuống còn 13531,4. Sự thay đổi lớn về MPAR tại những khu vực này cho thấy sự biến đổi mạnh mẽ trong hình thái sử dụng đất, có thể liên quan đến quá trình tái cơ cấu đất nông nghiệp.

Về chỉ số MSI (chỉ số hình dạng mảng), sự gia tăng đáng kể tại một số khu vực như Hoa Lư (từ 2,64 lên 7,11) cho loại hình đất mặt nước cho thấy các mảng đất trở nên phức tạp hơn về hình dạng, có thể là do tác động của sự chia nhỏ hoặc phân mảnh đất đai. Trong khi đó, nhiều khu vực khác có xu hướng ổn định, tăng

Nghiên cứu

hoặc giảm nhẹ về chỉ số MSI, chẳng hạn như TP. Tam Điệp (từ 1,43 xuống 1,38), Nho Quan (1,33 tăng 1,34) và Yên Mô (từ 1,57 xuống 1,45).

Chỉ số NumP (số lượng mảng cảnh quan) phản ánh mức độ phân mảnh của đất đai các huyện tại Ninh Bình hầu như không có sự thay đổi, chỉ có sự thay đổi mạnh mẽ ở hai huyện Gia Viễn (từ 4352,0 xuống 4352,0) và Yên Khánh (từ 4207,5 xuống 3606,4), cho thấy sự tái tổ chức trong bố cục cảnh quan và có thể liên quan đến các hoạt động thâm canh cây trồng, thay đổi cơ cấu sử dụng đất mặt nước và đất nông nghiệp tại địa phương.

Chỉ số ED (độ dài ranh giới) cũng phản ánh rõ sự biến động trong việc sử dụng đất. Một số khu vực có sự suy giảm mạnh về ED như Gia Viễn (từ 64,6 xuống 18,1) và Yên Khánh (từ 83,3 xuống 71,4), cho thấy sự hợp nhất các mảng cảnh quan hoặc giảm mức độ phức tạp trong sử dụng đất. Riêng đối với khu vực TP Ninh Bình thì giá trị ED tăng mạnh từ 202,5 lên 295,6 cho thấy mức độ phân mảnh cảnh quan phức tạp thể hiện trong việc sử dụng đất.

Tóm lại, sự thay đổi của các chỉ số cảnh quan trong giai đoạn 2015 - 2020 cho thấy xu hướng biến động mạnh mẽ trong cấu trúc, hình thái sử dụng đất của một số loại hình sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình. Các khu vực như Nho Quan và Gia Viễn có sự phân mảnh cao hơn, trong khi một số khu vực như TP. Tam Điệp và Kim Sơn có xu hướng tái tổ chức hoặc hợp nhất cảnh quan. Những biến động này có thể liên quan đến quá trình đô thị hóa, thay đổi quy hoạch sử dụng đất hoặc tác động của các chính sách phát triển kinh tế - xã hội trong khu vực.

4.4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu phản ánh rõ xu hướng chuyển đổi sử dụng đất tại Ninh Bình trong giai đoạn 2015 - 2020, với đô thị hóa và công nghiệp hóa đóng vai trò động lực chính. Sự mở rộng của đất ở và đất xây dựng diễn ra mạnh mẽ, kéo theo sự thu hẹp đáng kể của đất nông nghiệp và đất nuôi trồng thủy sản. Xu hướng này phù hợp với quá trình phát triển kinh tế - xã hội của địa phương.

Sự phân mảnh cảnh quan gia tăng do quá trình chuyển đổi nhanh chóng giữa các loại hình sử dụng đất. Điều này có thể tác động đến tính kết nối sinh thái và làm thay đổi cấu trúc cảnh quan, ảnh hưởng đến cân bằng sinh thái và đa dạng sinh học trong khu vực. Bên cạnh đó, tác động của biến đổi khí hậu cũng thể hiện rõ rệt thông qua sự suy giảm diện tích đất ngập nước và đất nuôi trồng thủy sản, cho thấy tính dễ tổn thương của các hệ sinh thái ven sông và vùng trũng.

So với các nghiên cứu trước đây, phương pháp tiếp cận sinh thái cảnh quan kết hợp với ảnh Landsat và công nghệ GIS đã cung cấp một cái nhìn chi tiết hơn về động thái sử dụng đất. Cách tiếp cận này không chỉ giúp xác định xu hướng biến động mà còn hỗ trợ đánh giá tác động của các yếu tố tự nhiên và nhân tạo đến cấu trúc cảnh quan. Do đó, kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quy hoạch đô thị và quản lý tài nguyên tại Ninh Bình, hướng đến phát triển bền vững và bảo tồn hệ sinh thái địa phương.

Nhìn chung, nghiên cứu đã làm rõ sự chuyển đổi đáng kể giữa các loại hình sử dụng đất trong giai đoạn 2015 - 2020. Việc phân tích cấu trúc và động thái cảnh

quan không chỉ giúp nhận diện các mô hình thay đổi không gian mà còn cung cấp dữ liệu quan trọng để hỗ trợ các chiến lược phát triển kinh tế - xã hội hài hòa với bảo vệ môi trường trong tương lai.

5. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu này đã đánh giá biến động sử dụng đất tại tỉnh Ninh Bình trong giai đoạn 2015 - 2020 bằng cách kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat với phương pháp tiếp cận sinh thái cảnh quan. Việc áp dụng thuật toán phân loại Random Forest trên nền tảng Google Earth Engine (GEE) đạt độ chính xác cao ($Kappa = 0,90$; $OA = 90\%$), cung cấp cơ sở định lượng tin cậy cho việc phân tích và theo dõi các biến động lớp phủ bề mặt theo thời gian. Kết quả nghiên cứu phản ánh xu hướng đô thị hóa và công nghiệp hóa mạnh mẽ, đặc biệt tại TP. Ninh Bình và TP. Tam Điệp, dẫn đến sự gia tăng đáng kể diện tích đất ở, xây dựng (+2.652,9 ha), chủ yếu do chuyển đổi từ đất nông nghiệp. Trong khi đó, diện tích đất nông nghiệp giảm mạnh (-5.918,5 ha), cho thấy sự thu hẹp quỹ đất nông nghiệp trước áp lực mở rộng đô thị. Đất nuôi trồng thủy sản giảm (-1.615 ha), phản ánh tác động kép từ biến đổi khí hậu và quá trình phát triển hạ tầng dân cư. Diện tích rừng cũng giảm nhẹ (-404,6 ha), chủ yếu do khai thác và chuyển đổi mục đích sử dụng.

Phân tích các chỉ số cảnh quan giúp làm rõ động thái thay đổi không gian của từng loại đất. Tại TP. Ninh Bình và TP. Tam Điệp các chỉ số CA, NumP và ED của đất ở, xây dựng đều tăng mạnh. TP. Ninh Bình từ năm 2015 đến 2020 các chỉ số CA từ 1.907,8 lên 2.377,8), chỉ số (NumP) tăng từ 3.233,0 lên 5.135,0 và chỉ số ED

tăng từ 202,5 lên 295,6, tương tự như thế đối với TP. Tam Điệp với các chỉ số CA tăng từ 652,0 lên 18.890,7; NumP tăng từ 1.679,0 lên 4.211,0 và NumP từ 42,7 lên 88,9, điều này phản ánh sự phân tán và mở rộng không gian đô thị mạnh mẽ ở TP. Ninh Bình và TP. Tam Điệp đồng thời cũng phản ánh mức độ phức tạp ngày càng gia tăng trong sự phân bố sử dụng đất của khu vực. Ngược lại, đất nông nghiệp ở TP. Ninh Bình các chỉ số (CA giảm từ 2.091,6 xuống 1.939,2), nhưng số lượng mảng đất (NumP) lại tăng từ 2.663,0 lên 3.179,0; Còn đối với TP. Tam Điệp chỉ số (CA giảm từ 4.606,7 xuống 4.498,5) và chỉ số NumP cũng giảm từ 8.293,0 giảm 6.989,0 cho thấy xu hướng phân mảnh cảnh quan của đất nông nghiệp hai khu vực, diện tích trung bình giảm nhưng phân mảnh cảnh quan khu vực TP. Ninh Bình mạnh hơn, còn TP. Tam Điệp tích tụ hơn. Phát hiện này nhấn mạnh xu hướng đô thị hóa nhanh chóng và sự chuyển đổi mạnh mẽ trong sử dụng đất TP Ninh Bình.

Phương pháp tiếp cận sinh thái cảnh quan đã chứng minh hiệu quả trong việc đánh giá sự thay đổi sử dụng đất, giúp nhận diện rõ các xu hướng biến động không gian và cung cấp dữ liệu định lượng hỗ trợ quy hoạch và quản lý tài nguyên đất. Trong tương lai, nghiên cứu có thể được mở rộng bằng cách tích hợp các mô hình dự báo để đánh giá xu hướng thay đổi sử dụng đất trong dài hạn, đồng thời xem xét các kịch bản tác động của chính sách quy hoạch và biến đổi khí hậu. Những kết quả này có thể góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc xây dựng chính sách phát triển bền vững không chỉ tại Ninh Bình mà còn ở các khu vực có điều kiện tương tự.

Lời cảm ơn: Trân trọng cảm ơn Bộ Tài nguyên và Môi trường (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường) đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này thông qua đề tài NCKH cấp Bộ, mã số: TNMT.2024.04.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., Lambin, E., (2004). *Review Article Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review*. International Journal of Remote Sensing, 25(9), 1565 - 1596.
- [2]. Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., (2005). *Global consequences of land use*. Science, 309(5734), 570 - 574.
- [3]. Jia, Y., Tang, L., Xu, M., Yang, X., (2019). *Landscape pattern indices for evaluating urban spatial morphology - A case study of Chinese cities*. Ecological Indicators, 99, 27 - 37.
- [4]. Lambin, E.F., Geist, H.J., Lepers, E., (2003). *Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions*. Annual review of environment and resources, 28(1), 205 - 241.
- [5]. Le, H., Ha, L.B., (2019). *Flood vulnerability and resilience in peri-urbanizing Vietnam: A case study from Ninh Binh province*. Urban Climate Resilience in Southeast Asia, 83 - 101.
- [6]. McGarigal, K., Cushman, S.A., Neel, M.C., Ene, E., (2002). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 6.
- [7]. Nguyen, H.Q., Pham, T.T.N., Le, T., Dao, V., Quinn, C., Carrie, R., Stringer, L., (2019). *Spatial planning influences mangrove forest development in Kim Son district of Ninh Binh province*. Geospatial information for a smarter life and environmental resilience Hanoi, Vietnam: FIG Working Week, 2019, 1 - 19.
- [8]. O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.e.a., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S., (1988). *Indices of landscape pattern*. Landscape Ecology, 1, 153 - 162.
- [9]. O'Neill, R.V., Riitters, K.H., Wickham, J.D., Jones, K.B., (1999). *Landscape pattern metrics and regional assessment*. Ecosystem health, 5(4), 225 - 233.
- [10]. Riitters, K.H., O'Neill, R., Hunsaker, C., Wickham, J.D., Yankee, D., Timmins, S., Jones, K., Jackson, B., (1995). *A factor analysis of landscape pattern and structure metrics*. Landscape Ecology, 10, 23 - 39.
- [11]. Tâm, P.M., Hải, P.H., Mạnh, P.V., (2020). *Ứng dụng viễn thám và độ đo cảnh quan trong phân tích xu thế biến động sử dụng đất khu vực huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái giai đoạn 2008 - 2017*. Tạp chí Khoa học, 17(6), 1063.
- [12]. Turner, B.L., Lambin, E.F., Reenberg, A., (2007). *The emergence of land change science for global environmental change and sustainability*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(52), 20666 - 20671.
- [13]. Turner, M.G., (2005). *Landscape ecology: what is the state of the science?* Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 36(1), 319 - 344.
- [14]. Verburg, P.H., Schot, P.P., Dijst, M.J., Veldkamp, A., (2004). *Land use change modelling: current practice and research priorities*. GeoJournal, 61, 309 - 324.
- [15]. Waske, B., Braun, M., (2009). *Classifier ensembles for land cover mapping using multitemporal SAR imagery*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(5), 450 - 457.
- [16]. Weng, Q., (2012). *Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends*. Remote Sensing of Environment, 117, 34 - 49.